

RANCANG BANGUN DAN IMPLEMENTASI KINCIR ANGIN DI PANTAI SELATAN JAMPANG KULON

¹Iyus Maulana, ²Agung Nurdiansyah, ³Ujang Asep Rustandi, ⁴Ujang Sanwasi, ⁵Yudi nata

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mesin

^{1,2,3,4,5}Sekolah Tinggi Teknologi Nusa Putra

^{1,2,3,4,5}Jl.Raya Cibolang Kaler No.21 Kab.Sukabumi

e-mail: ¹iyus.maulana@nusaputra.ac.id, ²agung.nurdiansyah@nusaputra.ac.id,

³ujang.asep.rustandi@nusaputra.ac.id, ⁴ujang.sanwasi@nusaputra.ac.id, ⁵yudinata@nusaputra.ac.id

Korespondensi: ¹iyus.maulana@nusaputra.ac.id

ABSTRAK

Angin merupakan sumber energi alternatif yang bersih dan ramah lingkungan. Konversi energi angin menjadi energi listrik melalui dua tahap yaitu Kincir Angin mengubah energi angin menjadi energi kinetik (rotasi), putaran yang dihasilkan digunakan untuk menjalankan generator listrik untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik. Ada dua jenis kincir angin yang dikenal yaitu Kincir Angin Sumbu Horizontal (sebelumnya HAWT) dan Kincir Angin Sumbu Vertikal (VAWT). Kincir angin yang dirancang memiliki 8 baling-baling bersirip, baling-baling turbin bila berlawanan dengan arah angin dan memutar rotor maka sirip – sirip akan berputar sehingga akan mencari energi angin yang berlawanan ketika arah angin dengan posisi dan putaran putaran. rotor dan sirip – sirip akan tetap diam terhadap dorongan angin itu sendiri sehingga meningkatkan daya dorong. Model matematis dengan metode kelompok bilangan tak berdimensi diperoleh kecepatan putaran rotor, dan energi putaran rotor. Konstanta dalam persamaan akan diperoleh dengan membandingkan data hitung dan tara percobaan. Desain baru ini dapat meningkatkan efisiensi konversi energi dan menurunkan kecepatan angin minimum untuk roda yang berputar, kincir angin dapat diterapkan di semua lokasi yang kecepatan dan arah anginnya berubah.

Kata kunci : *HAWT, Kincir Angin, energi terbarukan, turbin angina*

ABSTRAK

Wind is a clean and environmentally friendly alternative energy source. The conversion of wind energy into electrical energy through two stages: The Windmill converts wind energy into kinetic energy (rotation), the resulting spin is used to run an electrical generator to convert kinetic energy into electrical energy. There are two known types of windmills: Horizontal Axis Windmill (formerly HAWT) and Vertical Axis Windmill (VAWT). The designed windmill has 8 finned propellers, turbine propellers when opposite to the wind direction and rotating rotors then the fins will rotate so that they will look for the opposite wind energy when the wind direction with the position and rotation rotation. rotor and fins – the fins will remain stationary against the wind push itself thereby increasing thrust. Mathematical models with the dimensionless number group method obtained the rotation speed of the rotor, and the rotation energy of the rotor. Constants in the equation will be obtained by comparing the calculation data and the trial rate. The new design can improve energy conversion efficiency and lower minimum wind speed for spinning wheels, windmills can be applied in all locations where wind speed and direction are changing.

Keyword : *HAWT, Windmill, renewable energy, wind turbine*

I. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, energi adalah masalah topikal di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi dan penipisan sumber daya cadangan minyak dunia serta masalah energi bahan bakar fosil memberikan tekanan pada banyak negara untuk segera menghasilkan dan menggunakan energi terbarukan. Seiring berjalannya waktu kemajuan ilmu teknologi berkembang sangat pesat. Banyak sekali energi alternatif dari alam terutama di Indonesia yang dapat di manfaatkan untuk menghasilkan listrik. Salah satu contoh energy alternative yang sudah mulai dikembangkan adalah alternatif energi yang dapat dipilih adalah angin, karena angin terdapat dimana – mana sehingga mudah didapat serta tidak membutuhkan biaya besar [1]. Karena energi listrik tidak dihasilkan langsung oleh alam maka untuk memanfaatkan angin ini diperlukan sebuah alat yang bekerja dan menghasilkan energi listrik. Alat yang dapat digunakan adalah kincir angin. Kincir angina ini akan menangkap energi angin dan menggerakkan generator yang nantinya akan menghasilkan energi listrik. Kincir angin yang penulis gunakan adalah kincir angin bersudu banyak dengan poros horisontal. Kincir ini dapat dinaikan efisiensinya untuk menghasilkan koefisien daya yang maksimal. Salah satunya dengan menggunakan sudu berjumlah banyak. Sudu yang digunakan delapan sudu. Koefisien daya yang maksimal ini akan menaikkan jumlah watt (daya) yang diperoleh sehingga untuk mencapai jumlah watt tertentu cukup dengan menggunakan jumlah kincir angin yang lebih sedikit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Energi – Energi Yang Terdapat dalam Angin

Secara sederhana, energi potensial yang terdapat pada angin dapat menggerakkan sudu – sudu yang terdapat pada kincir, dimana sudu – sudu ini terhubung dengan poros dan memutar poros yang telah terhubung dengan generator dan menimbulkan arus listrik [2].

Kincir dengan ukuran besar dapat digabungkan bersama – sama sebagai pembangkit energi tenaga angin, dimana akan memberikan

daya ke dalam system transmisi kelistrikan

2.1 Hubungan Daya (Power) Dan Energi (Energy)

Energi adalah ukuran kesanggupan suatu benda untuk melakukan usaha.

Force = masa x percepatan

$F = m \times a$, (Pounds, Newtons)

Energi = Kerja (W) = gaya (F) x jarak (d), (Kilowatt hours, joules)

Daya adalah usaha yang dilakukan per satuan waktu.

Power = $P = W / \text{time} (t)$, (Kilowatts, Watts, Horsepower)
Power = Torque (Q) x Rotational Speed (Ω).

2.2 Energi Kinetik Angin

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki suatu benda akibat gerakannya. Alat ukur massa telah banyak dikembangkan dengan berbagai metode [3].

Energi Kinetik = kerja (W) = $\frac{1}{2} m v^2$

Dimana : m = masa dari benda yang bergerak

v = Kecepatan dari benda yang bergerak

Angin yang menggerakkan sudu udara yang bergerak dan mempunyai massa, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut :

= Berat jenis (ρ) x volume (Arae x Distance)

= $\rho \times A \times d$

= $(\text{Kg/m}^3) (\text{m}^2) (\text{m}) = \text{kg}$

2.3 Daya Angin (Power)

Daya angin adalah daya (watt) yang dibangkitkan oleh angin tiap luasan, sehingga daya angin dapat digolongkan sebagai energi potensial [4]. Pada dasarnya daya angin merupakan angin yang bergerak per satuan waktu sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut :

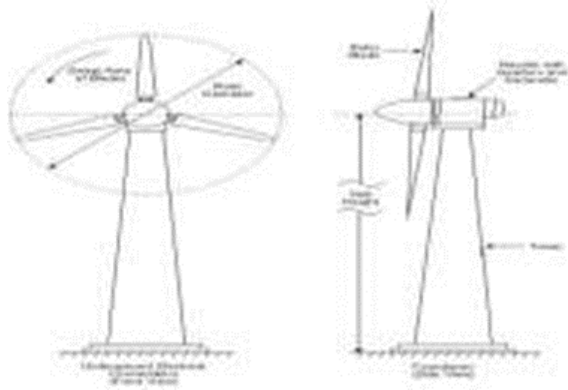
Daya = kerja / waktu

= energi kinetik / waktu

= $\frac{1}{2} m \cdot v^2 / t$

= $\frac{1}{2} (\rho \cdot A \cdot d) \cdot v^2 / t$

= $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2 (d/t)$ $d/t = V$
 $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$



Gambar 1. Kerapatan sudu

Beberapa hal yang harus diingat :

Daerah sapuan (A) = $\pi \cdot R^2 \cdot (m^2)$ daerah dari sapuan berbentuk lingkaran oleh rotor.

ρ = kerapatan udara = $1,2 \text{ kg/m}^3$

Contoh perhitungan daya yang terdapat di angin :

Daya angin = $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$

Kecepatan angin = $V = 5 \text{ meters (m) per second (s), m/s}$

Kerapatan udara = $\rho = 1,0 \text{ kg/m}^3$

Jari – jari sudu = $R = 0,2 \text{ m} = \text{daerah}$

sapuan = $A = 0,125 \text{ m}^2$

Daya angin = $\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$

$(0,5) \cdot (1,0) \cdot (0,125) \cdot (5)^3 = 7,85 \text{ watt}$

III. METODOLOGI PENELITIAN

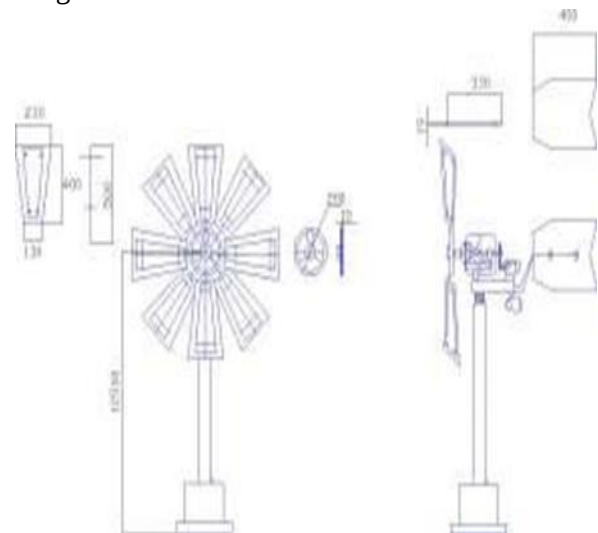
3.1 Rancang Bangun Alat



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3.2. Data-Data Dari Pembangkit Listrik Dengan Kincir Sudu Datar

Efisiensi angin dipengaruhi oleh kecepatan angin dan jenis angin tersebut, serta titik rancangan dan jenis kincir yang digunakan [5]. Pengambilan data yang diperlukan untuk pengamatan dilakukan dengan menggunakan kincir angin dengan dimensi sebagai berikut:



Gambar 3. Skema penampang sudu

3.3 Perancangan Sudut

Bahan sudu = Almunium

Diameter sudu = 1 m

Lebar tiap sudu = 0,23 m (atas), 0,13 m (bawah)

Panjang tiap sudu = 0,4 m

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tiap sudu} &= \frac{\text{sisi atas} + \text{sisi bawah}}{2} \times \text{tinggi} \\
 &= \frac{0,23 + 0,13}{2} \times 0,4 \\
 &= 0,072 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan pada Poros

Menurut pembebanannya, maka poros diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis sebagai berikut [6] :

Tabel 1. Baja karbon untuk konstruksi mesin

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Keterangan
Baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C	Penormalan	52	
	S40C	Penormalan	55	
	S45C	Penormalan	58	
	S50C	Penormalan	62	
	S55C	Penormalan	66	
Batang baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut,
	S45C-D	-	60	atau gabungan
	S55C-D	-	72	antara hal-hal tersebut

2. Distribusi Rayleigh

Seperti dibahas sebelumnya, bahwa daya angin P adalah proporsional dengan densitas angin ρ , area dan pangkat tiga dari kecepatan. Untuk menghitung energi yang terkandung dalam angin, maka perlu mengintegralkan nilai daya sepanjang sumbu waktu. Sehingga dibutuhkan perekaman kurva kecepatan angin untuk sepanjang hari, minggu atau bulan. Kurva tersebut dapat dikonversikan dalam bentuk histogram dari frekuensi relatif.

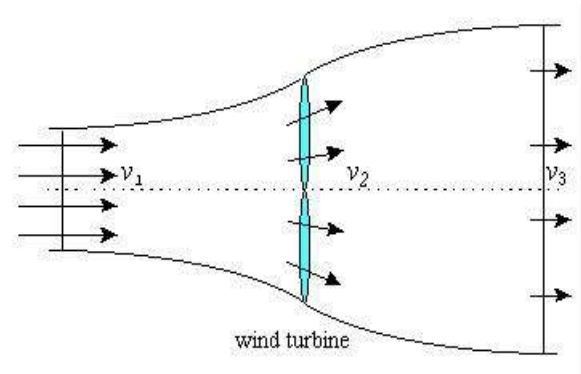
Nilai h_i adalah frekuensi relatif untuk kelas kecepatan v_i . Jumlah energi sepanjang periode waktu T adalah jumlah dari keseluruhan kelas kecepatan.

$$E_{ges} = \sum (h_i \cdot P_i \cdot T)$$

Dari persamaan daya P_i di atas dapat dituliskan:

$$P_i = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_i^3$$

Jika tidak tersedia histogram untuk suatu lokasi dan tidak dimungkinkan untuk membuat, maka histogram dapat diturunkan dari distribusi Rayleigh dari kecepatan angin rerata, dimana akan merupakan pendekatan bagus untuk lokasi bebas hambatan. Histogram berikut dikembangkan dengan fungsi Rayleigh dari kecepatan angina rerata 6 m/s

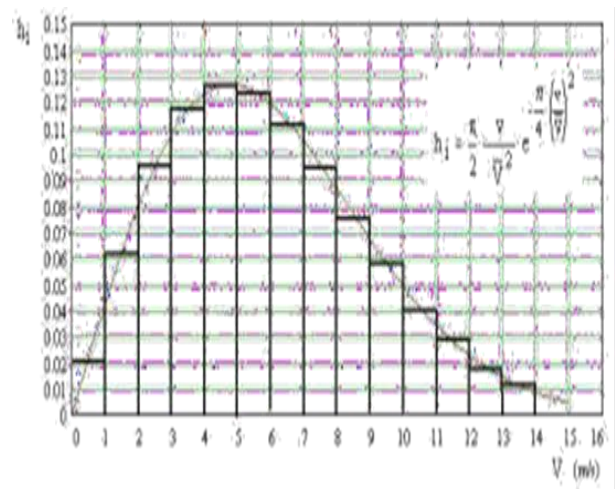


Gambar 4. Distribusi Rayleigh

Pendekatan perhitungan pola kecepatan angin sering digunakan atas dasar distribusi angin Rayleigh.

3. Metode Eksploitasi Energi Angin

Transformasi energi kinetik angin ke rotor kincir diperoleh dari pelambatan sejumlah massa udara. Kecepatan angin di depan rotor v_1 akan mengalami reduksi menjadi v_3 di belakang rotor.



Gambar 5. Kecepatan angina pada suatu rotor

Energi yang dihasilkan merupakan nilai perbedaan energi angin di depan dan belakang rotor.

$$E_{yield} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_1^2 - v_3^2)$$

Sehingga daya yang dibangkitkan oleh angin adalah: $P_{yield} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_2 \cdot (v_1^2 - v_3^2)$

Jika kita hubungkan antara daya dengan daya yang terkandung dalam angin, maka didapatkan koefisien daya (power coefficient) c_p , yang dinamakan juga sebagai efisiensi aerodinamik ('aerodynamic efficiency').

$$c_p = P_{cont} / P_{wind}$$

dengan

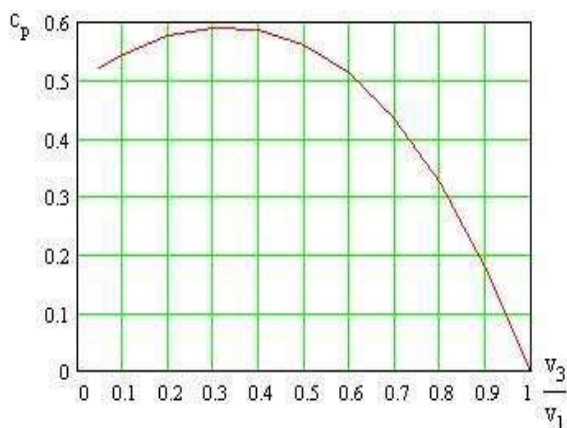
$$P_{wind} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v_1^3$$

Dengan asumsi bahwa kecepatan angin pada bidang rotor: $v_2 = (v_1 + v_3)/2$

maka diperoleh:

$$c_p = \frac{1}{2} \cdot (1 + v_3/v_1) \cdot (1 - (v_3/v_1)^2)$$

Diagram berikut menunjukkan koefisien daya c_p sebagai fungsi dari rasio kecepatan v_3 dengan v_1 .



Gambar 6. Koefisien daya menurut Betz

Untuk mencapai nilai optimum penggunaan energi angin, maka kecepatan dibalik rotor v_3 harus $1/3$ dari kecepatan di depan rotor v_1 . Sehingga koefisien daya $c_{p,Betz} = 0,59$.

Ada dua kemungkinan untuk transformasi daya angin menjadi daya kinetik, yaitu dengan pemanfaatan gaya hambatan “drag force” dan dengan daya angkat “lift force”.

Drag force rotors memanfaatkan gaya FW yang dihasilkan oleh angin pada suatu area A pada sudut tertentu: that

$$F_w = c_w \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Nilai koefisien hambatan “drag coefficient” c_w merupakan indikasi dari kualitas aerodinamik suatu benda

3.4 Daya Kincir Angin

Atas dasar persamaan kontinuitas untuk laju aliran massa udara yang diasumsikan inkompresibel ($\rho_a = \text{konstan}$), maka

$$\rho_a A_2 w_{a,2}$$

Dimana $m = \rho_a A w_{a,1}$ [kg/s]

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian kincir angin tersebut didapatkan beberapa data yang diperlukan untuk membandingkan pada sudu yang akan memberikan hasil yang paling maksimal pada beberapa posisi kincir ditandai dengan semakin cepatnya putaran poros dan lampu menyala terang hingga maksimal.

4.1 Pengujian pada kincir angin dengan sudu 8

Adapun hal ini diperlihatkan dengan persamaan:

n_1 = putaran roda penggerak (rpm)

n_2 = putaran kepala dinamo (rpm) v = tegangan (volt) I = arus (ampere)

Tabel 2. Hasil rata – rata pengujian dengan variasi sudut

sudu sudu 8 (derajat)	n_1 (rpm)	n_2 (rpm)	v (volt)	I (ampere)	P (watt)
15	76	274,77	1,29	1,538	1,997708
30	135,97	557,43	2,464	0,837	2,062368
45	214,68	857,11	3,609	0,673	2,428588
60	275,27	1146,92	5,093	0,512	2,607616
75	233,42	1016	4,473	0,555	2,482515
85	85,43	320,34	1,398	1,433	2,003621

4.2 Menghitung daya angin

Dari tabel 2 sebelumnya dapat dilihat besarnya daya yang dihasilkan dari angin tergantung dari berbagai variasi kecepatan angin dan sudut sudu. Bila kecepatan angin yang digunakan dalam perhitungan adalah $v = 7$ m/s, maka didapatkan daya angin :

$$\begin{aligned} \text{Daya angin (power)} &= \frac{1}{2} \times \rho \times A \times V^3 \\ &= \frac{1}{2} \times 1,2 \text{ kg/mm}^3 \times (3,14 \times 0,25 \text{ m}^2) \times (7 \text{ m/s})^3 \\ &= 161,553 \text{ watt} \\ &= 0,161553 \text{ kW} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan daya angin pada kecepatan angin 7 m/s adalah daya pada angin yang tersedia dan merupakan daya potensial. Daya pada angin ini bukanlah daya yang dibangkitkan oleh kincir angin horizontal bersudu banyak. Untuk mendapatkan daya pada kincir angin yang sesungguhnya maka harus dikalikan terlebih

dahulu dengan efisiensi daya (coefficient of power) atau dengan bilangan betz limits.

1. Daya Kincir

Daya kincir adalah daya yang dapat dibangkitkan oleh kincir, ditandai dengan menyalanya lampu pengujian dan terukur multimeter akibat adanya daya listrik untuk mendapatkan harga tegangan dan arus listrik.

Renewable and Sustainable Energy Reviews”, 12: 1087-1109, 2008.

- [5] Sularso, “Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin”. Jakarta: Pradnya Paramita, 1980.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat bahwa daya yang dihasilkan sebesar 2,67 watt dengan kemiringan sudu 60^0 dengan spesifikasi sumber energi adalah angin dengan kecepatan 7 m/s dengan ukuran kincir = 1 m, sudu = 8, bahan sudu = almunium, lebar tiap sudu bawah = 0,13 meter, atas = 0,23 meter, tinggi tiap sudu = 0,4 meter, diameter keseluruha = 1 meter, diameter rangka sudu = 0,08 meter, poros = bahan poros baja karbon s 35 c, panjang poros = 0,33 m, = diameter poros = 0,19 m, diameter puli = 0,2 m, kerangka, tinggi kerangka = 1,5 meter, ekor = 0,4 x 0,3 meter, bahan pelumas = gemuk.

5.2 Saran

Sebaiknya kedepan digunakan data yang lebih banyak dan komplek, hal ini agar lebih optimal dalam proses akurasi metode yang dipilih

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Joselin Herbert, G.M., Iniyan, S., Sreevalsan E., Rajapandian, S., “A review of wind energy technologies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, 11: 1117–1145, 2007.
- [2] I. Al-Bahadly. “Building a wind turbine for rural home, *Energy for Sustainable Development*”, 13: 159–165, 2009.
- [3] A.R. Suharso, Y. Nata, A Suryana “Strain Gage Pada Batang Kantilever Sebagai Sensor Massa”, *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*. Vol. 1, No. 2, Februari 2015: Hal 16 – 20.
- [4] Islam, M., Ting, D. S. K. & Fartaj, A. “Aerodynamic models for Darrieus-type straight-bladed vertical axis wind turbines.